

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2 0 0 2 - 7 3 1 2 7

(P 2 0 0 2 - 7 3 1 2 7 A)

(43) 公開日 平成14年3月12日 (2002. 3. 12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 5 B	19/19	G 0 5 B	19/19 X 3F059
B 2 5 J	9/16	B 2 5 J	9/16 5H209
	9/22		9/22 Z 5H269
G 0 5 B	9/02	G 0 5 B	9/02 B
	19/414		19/414 R
審査請求	有	請求項の数 8	OL (全 2 2 頁)
(21) 出願番号	特願2000-266859 (P2000-266859)		
(22) 出願日	平成12年9月4日 (2000. 9. 4)		
(71) 出願人	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地		
(72) 発明者	小坂 哲也 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内		
(72) 発明者	高橋 広光 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内		
(74) 代理人	100082304 弁理士 竹本 松司 (外4名)		

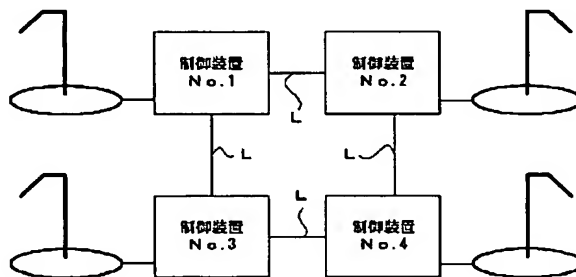
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット制御装置

(57) 【要約】

【課題】 通信線で接続された複数のロボットの内、1以上のロボットにおいて、動作を停止させる要因が発生したとき、他のロボットも同一の停止方法で停止させる。

【解決手段】 複数のロボットの停止処理方法の内、優先順序を決めておく。通信路で接続された複数のロボット、又は同期・協調動作しているロボット間において、1以上のロボットで停止要因が発生したとき、通信路で接続された複数のロボット若しくは同期・協調動作しているロボットのすべてを、同一停止処理方法で停止させる。各ロボットで異なった停止要因が発生したときは、停止要因によって決まる停止処理方法の内、優先度の高い方を採用し、全てのロボットを同一停止処理方法で停止させる。同一停止方法であるから、同期・協調動作中でも相対関係位置のずれが少なくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットアームを制御するロボット制御装置複数台を通信路により互いに接続することにより形成される複数ロボットの制御システムに使用されるロボットのロボット制御装置であって、ロボットアームを停止させる複数の要因と、該各要因に対応した停止処理を予め記憶する記憶手段と、該ロボット制御装置で発生する第 1 の停止要因を検出する手段と、該第 1 の停止要因と前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第 1 の停止処理を決定する手段と、該決定した第 1 の停止処理の識別情報を前記通信路を介して他のロボット制御装置に送る手段と、前記他のロボット制御装置から前記通信路を介して送られてきた第 2 の停止処理の識別情報を受ける手段と、前記第 1 の停止処理又は第 2 の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段と、を備えたことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項 2】 ロボットアームを制御するロボット制御装置複数台を通信路により互いに接続することにより形成される複数ロボットの制御システムに使用されるロボットのロボット制御装置であって、ロボットアームを停止させる複数の要因と、該各要因に対応した停止処理を予め記憶する記憶手段と、該ロボット制御装置で発生する第 1 の停止要因を検出する手段と、該第 1 の停止要因と前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第 1 の停止処理を決定する手段と、前記第 1 の停止要因を識別する情報を前記通信路を介して他のロボット制御装置に送る手段と、前記他のロボット制御装置から前記通信路を介して送られてきた第 2 の停止要因を識別する情報を受けて前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第 2 の停止処理を決定する手段と、前記第 1 の停止処理又は第 2 の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段と、を備えたことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項 3】 ロボットアームを制御するロボット制御装置複数台を通信路により互いに接続することにより形成される複数ロボットの制御システムに使用されるロボットのロボット制御装置であって、ロボットアームを停止させる複数の要因と、該各要因に対応した停止処理を予め記憶する記憶手段と、前記停止要因が発生したとき、同時に停止させる 1 以上の他のロボットを特定する情報を設定する手段と、該ロボット制御装置で発生する第 1 の停止要因を検出する手段と、該第 1 の停止要因と前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第 1 の停止処理を決定する手段と、該決定した第 1 の停止処理の識別情報を前記通信路を介して前記設定された他のロボット制御装置に送る手段と、前記設定された他のロボット制御装置から前記通信路を介して送られてきた第 2 の停止処理の識別情報を受ける手

段と、前記第 1 の停止処理又は第 2 の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段と、を備えたことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項 4】 ロボットアームを制御するロボット制御装置複数台を通信路により互いに接続することにより形成される複数ロボットの制御システムに使用されるロボットのロボット制御装置であって、ロボットアームを停止させる複数の要因と、該各要因に対応した停止処理を予め記憶する記憶手段と、前記停止要因が発生したとき、同時に停止させる 1 以上の他のロボットを特定する情報を設定する手段と、該ロボット制御装置で発生する第 1 の停止要因を検出する手段と、該第 1 の停止要因と前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第 1 の停止処理を決定する手段と、前記第 1 の停止要因を識別する情報を前記通信路を介して前記設定された他のロボット制御装置に送る手段と、前記設定された他のロボット制御装置から前記通信路を介して送られてきた第 2 の停止要因を識別する情報を受けて前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第 2 の停止処理を決定する手段と、前記第 1 の停止処理又は第 2 の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段と、を備えたことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項 5】 前記通信路を介して互いに同期動作又は協調動作するための同期動作又は協調動作の情報を送受信する手段を備える請求項 1 又は請求項 2 記載のロボット制御装置。

【請求項 6】 他のロボット制御装置と同期動作又は協調動作を行っているときのみ前記第 1 の停止処理又は第 2 の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段を有効にする手段を備えた請求項 5 記載のロボット制御装置。

【請求項 7】 前記停止要因は、ロボットに入力される非常停止指令、ロボットに発生するアラームである請求項 1 乃至 6 の内 1 項記載のロボット制御装置。

【請求項 8】 前記停止処理は、サーボへの電源供給をオフにするか、及び／又はロボットアームを駆動するモータを加減速するか否かによって分類される請求項 1 乃至 7 の内 1 項記載のロボット制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、通信路で互いに接続され使用されるロボット制御装置に関する。特に、同期動作又は協調動作を行うロボットの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 複数のロボット制御装置を通信路で接続し、各ロボット制御装置で制御されるロボット間において、同期・協調動作を行う複数ロボット制御システムは公知である。このようなシステムにおいて、あるロボッ

トが何等かの理由で停止する場合、このロボットと同期・協調動作しているロボットをも停止させる必要がある。なぜならば、複数のロボットで同期・協調して作業を行っているものであるから、1つのロボットが動作停止し、他のロボットが動作を継続した場合、ロボットが相互に干渉したり、作業が一部実行されず不具合が生じる。そのため、従来のシステムでは、上位のPLC（プログラマブル・ロジック・コントローラ）によって、全てのロボットに非常停止信号を入力し全てのロボットを瞬時停止するようにしている。

【0003】一方、ロボットの停止方法としては、複数の異なった停止方法がある。例えば、ホールド信号入力により停止する場合には、①、加減速処理を行いロボット機構部への負担をかけずに停止させる減速停止、②、減速停止を行いながらサーボの励磁を落とす処理を行うコントロール停止、③、非常停止信号入力により停止する場合のサーボアンプを瞬時にオフして停止させる瞬時停止という方法がある。

【0004】上述した複数のロボット制御システムでは、この複数のロボット停止方法を考慮せず、停止時のロボット間のずれを最小限にするために惰走量が一番小さい上記③の瞬時停止の方法で停止させている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記③の瞬時停止の方法は、ロボット機構部への負担が大きいため、できるだけ避けた方がよい。複数のロボットで同期・協調動作させる等の複数ロボットシステムにおいて、その中の1つのロボットに不具合が生じ停止させる場合、他のロボットをも含めて、システム内の全てのロボットを瞬時停止させると、各ロボットを瞬時停止させる回数（確率）が多くなり好ましくない。停止要因によっては、上述した①の減速停止や②のコントロール停止によって停止させた方がよい。

【0006】ただし、同期・協調動作しているロボットを停止させる場合、同期・協調動作している全てのロボットを同じ停止方法、動作で停止させることが必要である。なぜならば、停止方法が異なれば、ロボットアームの移動量に差異が生じ、停止した位置が同期・協調中の相対関係位置と大きくずれ、作業に支障が生じる場合がある。例えば、複数台のロボットで1つの物体を搬送している場合、相対関係位置がずれて、その物体を取り落としてしまうという不具合が生じる可能性がある。そこで、本発明の課題は、上述したような問題を解決することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数ロボットの制御システムに使用されるロボットのロボット制御装置であって、該ロボット制御装置には、ロボットアームを停止させる複数の要因と、該各要因に対応した停止処理を予め記憶する記憶手段と、該ロボット制御装置で発

生する第1の停止要因を検出する手段と、第1の停止要因と前記記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて第1の停止処理を決定する手段と、決定した第1の停止処理の識別情報を前記通信路を介して他のロボット制御装置に送る手段と、他のロボット制御装置から前記通信路を介して送られてきた第2の停止処理の識別情報を受ける手段と、第1の停止処理又は第2の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段とを設けることによって、上記課題を解決した。

【0008】又、ロボット制御装置間で送受信する前記停止処理の識別情報の代わりに、停止要因を識別する情報を送信、受信するようにしてもよい。そして、記憶手段に記憶された停止要因と停止処理との対応情報に基づいて停止処理を決定するようにする。又、同時にかつ同一停止処理方法で停止させるロボットは、同時に停止させるロボットを特定する情報を設定する手段を設け、この手段より設定登録するようにする。さらには、ロボット間で同期動作又は協調動作するための同期動作又は協調動作の情報を送受信する手段を設け、さらに、前記第1の停止処理又は第2の停止処理に基づいてロボットアームを停止させる処理を決定する手段を有効にする手段を設け、他のロボット制御装置と同期動作又は協調動作を行っているときのみ、同期又は協調動作しているロボットのみを同一停止処理方法で停止させるようにする。そして、この停止要因は、ロボットに入力される非常停止指令、ロボットに発生するアラーム等とする。又、停止処理は、サーボへの電源供給をオフにするか、及び／又はロボットアームを駆動するモータを加減速するか否か等によって分類する。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は、複数ロボットを通信路で接続して同期・協調動作させるシステムへの適用に適した本発明の一実施形態のロボット制御装置で構成されるロボットの要部ブロック図である。図1において、符号1はロボットを制御するロボット制御装置であり、このロボット制御装置1には、ロボットを全体的に制御するプロセッサ10を有し、このプロセッサ10には、バス18を介してROM11、RAM12、不揮発性メモリ13、ロボット軸制御部14、通信モジュール15、教示操作盤インタフェース16等が接続されている。ROM11には、プロセッサ10が実行するシステムプログラムが格納されており、不揮発性メモリ13には各種パラメータ等の設定値及びロボットが行う作業の教示プログラムが格納されるようになっている。また、RAM12はデータの一時記憶等に利用される。ロボット軸制御部14は、ロボットの各軸への移動指令に基づいて、各軸の位置、速度及びモータトルク（電流）のフィードバック制御をプロセッサ等でデジタルサーボ制御を行い、サーボアンプ17を介してロボット機構部2の各軸のサ

一ボモータを駆動制御するようになっている。通信モジュール15は別のロボット制御装置と通信路で接続されるようになっている。教示操作盤インタフェース16には、教示操作盤3が接続されている。

【0010】上述したロボット制御装置1は、従来のロボット制御装置と同一構成であり、これらのロボット制御装置が信号路を形成する通信路を介して接続され、複数ロボットの同期・協調動作が可能になっている点に特徴を有する。

【0011】以下、4台のロボット制御装置1を信号路を形成する通信路で接続し、4台のロボットを単独動作運転、任意の組み合わせによるロボット間での同期・協調動作を行わせるものとして以下説明する。図2、図3は、ロボット制御装置をイーサネット（登録商標）により接続した例を示すもので、信号路を形成する通信路Lでロボット制御装置No. 1～No. 4間を接続している。又、図3の例では、ハブを用いてロボット制御装置No. 1～No. 4を接続した例である。なお、イーサネット以外のネットワークを使用しても何等問題はな

い。そして、この通信路Lで接続された各ロボットには各ロボットを識別するために各ロボット毎ロボット番号が付けられ、各ロボットの不揮発性メモリ13には、自己に割り当てられたロボット番号が設定記憶される。図2、図3の例ではNo. 1～No. 4の番号がそれぞれ設定記憶される。なお、このNo. 1～No. 4を用いて、ロボットNo. 1～No. 4ともロボット番号No. 1～No. 4ともいう。

【0012】このシステムを構築したとき、まず、各ロボット間の設置位置をキャリブレーションして各ロボットから他のロボットへの変換行列を設定する。例えば、ロボットNo. 1からロボットNo. 2をみた場合、ロボットNo. 2の世界座標系がロボットNo. 1の世界座標系上のどの位置に存在するかを求める必要がある。そのため、例えば、ロボットNo. 1の世界座標系からロボットNo. 2への世界座標系への変換行列 T_{2-1} を求める。これを全てのパターンにおいて行う。ただし、No. 1→No. 2への変換行列 T_{2-1} の逆行列がNo. 2→No. 1への変換行列であるから、No. 1→No. 2への変換行列を求めた場合には、No. 2→No. 1への変換行列を求める必要がない。こうして求めた変換行列を各ロボット制御装置の不揮発性メモリ13に記憶しておく。例えば、No. 2→No. 1の変換行列 T_{1-2} はロボットNo. 2の制御装置に記憶しておく。同様に、No. 3→No. 1の変換行列 T_{1-3} はロボット制御装置No. 3に、No. 4→No. 1の変換行列 T_{1-4} はロボット制御装置No. 4に、No. 3→No. 2の変換行列 T_{2-3} はロボット制御装置No. 3に、といったように各ロボット制御装置の不揮発性メモリ13に格納される。

【0013】キャリブレーション方法としては、従来か

ら行われているように、キャリブレーションをしようとする2つのロボットの手首にキャリブレーション用棒を取付、その先端がTCP（ツールセンタポイント）となるように設定した後、同一直線上にない空間上の3点（3点を頂点とする3角形となる）で、前記キャリブレーション用棒の先端を合わせ、それぞれのワールド座標系でその位置を求める。そして、求められたロボットNo. 1の世界座標系上の3つの位置データと、No. 2の世界座標系上の3つの位置データからロボットNo. 1→ロボットNo. 2の変換行列 T_{2-1} を計算する。以下同様にして各変換行列を求め、各ロボット制御装置の不揮発性メモリに記憶させておく。

【0014】図2、図3で示されるシステム例で、同期・協調動作を行うロボットの組み合わせを決め、その組み合わせの中でマスタロボットとスレーブロボットを決定し、不揮発性メモリ13に設定記憶させておく。図4はそのマスタ、スレーブ定義情報の設定例で、ロボットNo. 1、No. 2、No. 3を同期・協調動作させるものとし、ロボットNo. 1をマスタロボットとし、ロボットNo. 2とロボットNo. 3を同期・協調動作を行わせるものとしたものである。

【0015】そして、このマスタロボット、スレーブロボットとして指定されないロボットNo. 4は、ノーマルロボットとし、組み合わせのマスタロボットNo. 1及びスレーブロボットNo. 2、No. 3が同期・協調動作を実行している間、独立して動作する（動作可能な）ロボットとして指定されることになる。この同期・協調動作を行うロボットの組み合わせは、任意に設定できるものであり、又、その組み合わせの内、どのロボットをマスタロボット、スレーブロボットに決定するかも任意である。なお、同期・協調動作を行うロボットの組み合わせにおいては、マスタロボットは1台設定されるが、スレーブロボットは通信路Lで接続された他のロボットを何台設定してもよいものである。

【0016】そして、このマスタロボット、スレーブロボットの定義は各ロボットが実行するプログラム内に設定する。図5は、このプログラムに設定した例を示すもので、プログラム中の同期データとして、マスタロボットとして作用させる場合には、「マスタプログラム」を設定する。このマスタロボットに同期・協調動作させるために、スレーブロボットとして制御するロボットへ入力するプログラムの同期データには、「スレーブプログラム」を設定する。又、他のロボットと同期・協調動作をさせずに独立して通常のロボット動作を行わせるロボットに対するプログラムの同期データには、「ノーマルプログラム」を設定しておく。

【0017】そして、ロボットに対して、プログラム実行順を設定する。図6は、このプログラム実行順序例であり、ロボットNo. 1には、「ノーマルプログラム」、「マスタプログラム」、「ノーマルプログラム」

の順で実行するように設定されている。又ロボットNo. 2、No. 3には、「ノーマルプログラム」、「スレーブプログラム」、「ノーマルプログラム」の順で実行するように設定されている。ロボットNo. 4には、「ノーマルプログラム」のみが設定されている例を示している。

【0018】この図6の設定では次の動作を行わせることを意味している。

(1) まず、全てのロボットNo. 1～No. 4は、同期・協調動作を行わないノーマルプログラムが実行する。

(2) ロボットNo. 1～No. 3は、上記(1)で実行したノーマルプログラムがそれぞれ終了するまで待ち、その後、ロボットNo. 1は、次の「マスタプログラム」を実行し、ロボットNo. 2、No. 3はそれぞれスレーブプログラムを実行し、同期・協調動作を行う。

(3) 同期・協調動作のプログラムが終了すると、ロボットNo. 1～No. 3は次のノーマルプログラムを実行する。

(4) 上記の間、ロボットNo. 4は全く関係なしに、独自のノーマルプログラムを実行する。

【0019】又、各ロボットNo. 1～No. 4の制御装置の不揮発性メモリ13には、図7に示すように、各制御装置での停止処理の種類に対するコードとしての停止処理種類番号が設定記憶されており、又、図8に示すように、ロボット停止要因に対する停止処理を指定する停止処理種類番号が設定記憶されている。図7、図8で示す例では、ホールド信号入力があるときや動作範囲外アラームが発生したときは、停止処理として「減速停止」を採用するように停止処理種類番号が「1」が設定されている。又、非常停止入力、オーバヒートアラームがあった場合には、停止処理種類番号3が指定され、「瞬時停止」の処理が実行される。又、ロボットを囲む安全柵が開になった信号が入力されたときには、「コントロール停止」の処理を選択すべき停止処理種類番号2が設定されている。なお、この停止処理には優先があり、本実施形態では、優先度が高いものを停止処理種類番号が大きいようにしている。

【0020】上述したように、各プログラムを各ロボット制御装置の不揮発性メモリ13に格納した後、プログラム実行を開始させると各ロボット制御装置1のプロセッサ10は、図9～図16にフローチャートで示す処理を開始する。

【0021】まず、格納されているプログラムを読み出し(ステップS1)、読み出したプログラムがノーマルプログラムか判断する(ステップS2)。上述した例では図6に示すように、各ロボットはノーマルプログラムを読み出すから、ステップS3に移行し、実行プログラムの種類を記憶するレジスタPに「ノーマルプログラム」を意味する情報を設定する。そして、次のプログラ

ム行を読み出し(ステップS4)、行があるか判断し(ステップS5)、行があれば、該行にプログラムされている教示目標位置(TCP位置)から当該行における移動開始位置(現在位置)を減じて移動距離を求め、さらにこの移動距離を教示されている動作速度で割って移動時間を求める。又、この移動時間を補間処理のための計算周期で割って補間点数を求める(ステップS6)。

【0022】次に指標iを「0」にセットし(ステップS7)、該指標iがステップS6で求めた補間点数より小さいか判断し(ステップS8)、小さい場合には、後述するように、停止処理指示が発生したか確認して、発生している場合には、その指示に従って停止処理を行う「停止確認&処理」を実行する(ステップS9)。停止処理指示が発生していなければ、ステップS6で求めた移動距離を補間点数で割った値に、指標iに「1」加算した値(i+1)を乗じ、得られた値を当該行における移動開始位置に加算して補間位置データを求める(ステップS10)。

【0023】この補間位置データに基づいて各軸の移動量(インクリメンタル量)を求め(ステップS11)、この各軸移動量をそれぞれ加減速処理して(ステップS12)、モータへ指令する(ステップS13)。すなわち、加減速処理された各軸移動指令値がロボットの各軸制御部14出力され、位置、速度、電流等のループ制御がなされてサーボアンプ17を介してロボット機構部2の各軸サーボモータ駆動する。

【0024】次に指標iを「1」インクリメントし(ステップS14)、ステップS8に戻り、該指標iが補間点数に達するまでステップS8からS14の処理を繰り返し実行する。そして、指標iが補間点数に達すると、ステップS8からステップS3に移行し次のプログラム行を読み出す。以下、読み出す行がなくなるまでステップS3以下の処理を繰り返し実行し、行がなくなれば、このノーマルプログラムの処理は終了する。

【0025】そして、次のプログラムを読み出され、ノーマルプログラムか否かが判別される(ステップS1、S2)が、図6に示す例では、ロボットNo. 1はマスタプログラムが読み出され、ロボットNo. 2、No. 3はスレーブプログラムが読み出される。又、ロボットNo. 4は、入力されているノーマルプログラムが終了する次第動作を停止する。ロボットNo. 1～No. 3の制御装置では、ステップS2からステップS16に移行しマスタプログラムかを判断する。マスタロボットであるロボットNo. 1の制御装置はマスタプログラムを読み出すから、ステップS17～ステップS38の処理を開始し、スレーブロボットであるロボットNo. 2、No. 3はステップS16からステップS39に移行する。

【0026】マスタロボットであるロボットNo. 1の制御装置(マスタロボット制御装置)のプロセッサ10

はステップ S 16 で、読み出し開始したプログラムがマスタプログラムであることを検出するから、図 4 に示すように設定されているマスタ、スレーブ定義情報より、設定されているスレーブロボットに対してマスタプログラムの実行開始準備完了通知を通信線 L を介して通知し（ステップ S 17）、通知した全スレーブロボットから実行開始準備完了通知を受け取ったか判断し（ステップ S 18）、受け取るまでステップ S 17、S 18 の処理を繰り返し実行する。

【0027】一方、スレーブロボット制御装置のプロセッサは、ステップ S 39 で、マスタロボットからの実行開始準備完了通知を受け取ったか判断し、受け取るまで待つ。そして実行開始準備完了通知を受け取れば、この実行開始準備完了通知を受け取ったマスタロボットの番号を不揮発性メモリ 13 に記憶し（ステップ S 40）、この記憶したマスタロボットに対してスレーブロボットの実行開始準備完了通知を信号線 L を介してマスタロボットに送信し（ステップ S 41）、記憶したマスタロボットからの実行開始指令を受け取る（ステップ S 42）までステップ S 41、S 42 の処理を繰り返し実行する。

【0028】すなわち、マスタロボットとスレーブロボットは互いに実行開始準備完了通知をやり取りし、マスタロボットは全てのスレーブロボットから実行開始準備完了通知を受け取ると（ステップ S 18）、マスタ、スレーブ定義情報に基づいて、全てのスレーブロボットに実行開始指令を出力する（ステップ S 19）。

【0029】なお、図 6 に示すように、最初の各ロボットの通常の独立した運転を行って、その後、ロボット No. 1～No. 3 で同期・協調動作を行う場合、マスタロボットがノーマルプログラムの実行を終了して、次のマスタプログラムを読み出したとしても、全てのスレーブロボットから実行開始準備完了通知を受け取るまで、同期・協調動作を開始しない。又、スレーブロボットにおいては、その前の独立した動作であるノーマルプログラムの実行が終了しなければ、ステップ S 1、S 2、S 16、S 39 の処理を行わず、当然、ステップ S 41 の実行開始準備完了通知をマスタロボットに送信しないので、同期・協調動作する、マスタ、スレーブ定義情報で指定された同期・協調動作する全てのロボットが独立したノーマルプログラムの処理を終了するまで次の同期・協調動作は実行されない。

【0030】又、逆に、マスタロボットのノーマルプログラムの処理が一番遅くなった場合でも、マスタロボットから、実行開始準備完了通知が各スレーブロボットに送信されないから、マスタロボットのノーマルプログラムの処理が終了し全てのロボットの通常動作が終了するまで次の同期・協調動作は実行されない。

【0031】同期・協調動作を実行するマスタ、スレーブ定義情報で指定されたロボットにおいて、この同期・

協調動作を行う前に実行していた動作が全てのロボットにおいて終了し、マスタロボットにおいて、ステップ S 18 でリンクパターン中の全てのスレーブロボット（この場合ロボット No. 2、No. 3）から実行開始準備完了通知を受けたとき、マスタロボットのプロセッサは、マスタ、スレーブ定義情報に指定されたスレーブロボットに対して実行開始指令を出力する（ステップ S 19）。そして、マスタロボットのプロセッサは、マスタロボットのこのときの現在位置を同期・協調動作開始位置として不揮発性メモリ 13 に記憶する（ステップ S 20）。そして、レジスタ P にマスタプログラム実行中を示す情報を格納し（ステップ S 21）、プログラムの次の行を読み出して（ステップ S 22）、前述したステップ S 5 からステップ S 8 と同一の処理であるステップ S 23 からステップ S 26 の処理を行う。すなわち、プログラムされた行があれば、移動距離、移動時間、補間点数を求め、指標 i を「0」にセットし該指標 i が補間点数より小さいと、ステップ S 9 と同様に「停止確認&処理」を実行する（ステップ S 27）。停止処理指令が指令されていないければ、前述したステップ S 10 と同一の処理であるステップ S 28 の処理をして補間位置データを求める。すなわち、下記の演算を行い補間位置データを求める。

【0032】補間位置データ＝当該行の移動開始位置＋（移動距離÷補間点数）×（ $i+1$ ）そして、マスタロボットのプロセッサは、記憶しているマスタロボットの同期又は協調動作開始位置とステップ S 28 で求めた補間位置データを通信線 L を介して、マスタ、スレーブ定義情報で指定された全てのスレーブロボットに対して送信し（ステップ S 29）、ステップ S 11、S 12、S 13 と同様の処理であるステップ S 28 で求めた補間位置データに基づいて各軸移動量（インクリメンタル量）を求め、加減速処理を行ってモータへ指令する（ステップ S 30、S 31、S 32）。その後、マスタ、スレーブ定義情報で指定された全てのスレーブロボットから補間位置データ受信完了通知が送られて来るまで待機する（ステップ S 33）。

【0033】一方、スレーブロボットのプロセッサは、マスタロボットのプロセッサがステップ S 19 の処理で送信した実行開始指令をステップ S 42 で、受け取ると、レジスタ P にスレーブプログラム実行中を示す情報を格納し（ステップ S 43）、マスタロボットのステップ S 22 からステップ S 26 と同一の処理を実行する。すなわち、スレーブプログラムの次の行を読み、行があれば、この行による移動距離、移動時間、補間点数を求め、指標 i を「0」にセットし、該指標 i が求めた補間点数より小さいか判断する（ステップ S 44～S 48）。指標 i が補間点数より小さければ、上述したステップ S 9、S 10 と同様の処理を行う。すなわち、後述する停止確認&処理を実行し（ステップ S B 49）、停

止処理指令が出力されていない場合には、ステップS46で求めた移動距離を補間点数で割りその値に指標iに1加算した値を乗じて得られた値を当該行の移動開始位置に加算して補間点位置データを得る（ステップS50）。

【0034】そして、ステップS40で記憶したマスタロボットからの補間位置データ及び同期・協調動作開始位置データを受け取るまで待つ（ステップS51）。受け取った補間位置データが、記憶するマスタロボットからのデータではない場合には（ステップS52）、アラームを出し停止する（ステップS53）。一方、記憶しているマスタロボットがステップS29で出力した補間位置データ及び同期・協調動作開始位置データを受け取ると、スレーブロボットのプロセッサは、この受け取った同期・協調動作開始位置データと補間位置データより、マスタロボットの移動量に対応するスレーブロボットの移動量への変換行列を求め（ステップS54）、求められた変換行列と、ステップS50で求めたスレーブロボットの補間位置データに基づいて、マスタロボットの移動量を加味したスレーブロボットの補正された補間*20

$$P1s = T0s-1s \mid P0s$$

$$P1s = Ts-m \mid P1m$$

$$P0s = Ts-m \mid P0m$$

(1)式、(2)式、(3)式より

$$Ts-m \mid P1m = T0s-1s \mid Ts-m \mid P0m \quad \dots (4)$$

よって、

$$T0s-1s = Ts-m \mid P1m \mid INV(Ts-m \mid P0m) \quad \dots (5)$$

なお、INVは逆行列を意味する。

【0036】(5)式において、Ts-mはマスタロボットのワールド座標系をスレーブロボットのワールド座標系からみる場合の変換行列（マスタロボットがロボットNo. 1でスレーブロボットがNo. 2の場合にはこの変換行列Ts-mはT1-2となる）であり、最初に行ったキャリブレーションによって、スレーブロボットの不揮発性メモリに設定記憶されている。又、P0mをマスタロボットから送られて来た同期・協調動作開始位置とし、P1mをマスタロボットから送られて来たマスタロボットの補間位置として、5式の演算を行うことによって、マスタロボットの移動量に対応するスレーブロボットのワールド座標系上の移動量を求める変換行列T0s-1sが求められる。40

【0037】そして、下記式に示すように、求めた変換行列T0s-1sにステップS49で求めたスレーブロボットの補間位置データに掛けることによって、マスタロボットの移動量を反映した（加算した）スレーブロボットの補間位置データが得られる。

【0038】マスタロボットの移動量を反映したスレーブロボットの補間位置データ = T0s-1s | スレーブロボットの補間位置データ

こうして補正された補間位置データに基づいて各軸移動 50

*位置データを求める（ステップS55）。

【0035】このマスタロボットの移動量を加味したスレーブロボットの補正された補間位置データを求める方について、図17に基づいて説明する。

P0: 任意の空間上の位置

P1: P0とは異なる任意の空間上の位置

P0s: P0をスレーブロボットのワールド座標系から見た位置

P1s: P1をスレーブロボットのワールド座標系から見た位置

P0m: P0をマスタロボットのワールド座標系から見た位置

P1m: P1をマスタロボットのワールド座標系から見た位置

Ts-m: マスタロボットのワールド座標系をスレーブロボットのワールド座標系から見る場合の変換行列

T0s-1s: スレーブロボットからみた場合のスレーブロボットのワールド座標系上での、P0s→P1sへの変換行列

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

量（インクリメンタル量）を求め（ステップS56）、加減速処理をして（ステップS57）、モータへ指令する（ステップS58）。そして、記憶しているマスタロボットへ補間位置データ受信通知を送信し（ステップS59）、指標iを「1」インクリメントし（ステップS60）、ステップS48に戻る。

【0039】以下、指標iが補間点数に達するまで、ステップS48～ステップS60の処理を繰り返し実行する。

【0040】一方、マスタロボットは、各スレーブロボットのプロセッサがステップS58の処理により送信する補間位置データ受信通知を全てのスレーブロボットから受け取ったことをステップS33で判別すると、指標iを「1」インクリメントし（ステップS34）、ステップS26に戻り、指標iが補間点数に達するまで、ステップS26からステップS34の処理を繰り返し実行する。

【0041】かくして、指標iが補間点数に達すると、ステップS26からステップS22に移行し、前述したステップS22以下の処理を実行する。

【0042】一方、スレーブロボットの制御装置も、ステップS48からステップS60の処理を繰り返し実行し、指標iが補間点数に達すると、ステップS48から

ステップS44に移行し、前述したステップS44以下の処理を実行する。

【0043】こうして、マスタロボット及びスレーブロボットの制御装置は、マスタプログラム、スレーブプログラムから行が読み出されるまで、上述した処理を繰り返し実行する。そして、読み出す行がなくなると、マスタロボットのプロセッサはステップS23からステップS35の処理へ移行する。又、スレーブロボットのプロセッサはステップS45からステップS61の処理に移行する。

【0044】そこで、スレーブロボットよりマスタロボットの方が、先にマスタプログラムから読み出す行がなくなり、ステップS35に先に移行したとする。この場合、マスタロボットのプロセッサは、レジスタに記憶するステップS28で求めた最後の位置補間データと、記憶する同期又は協調動作開始位置データをスレーブロボットに通信線Lを介して送信し（ステップS35）、全スレーブロボットから終了通知が送られて来たかを判断し（ステップS36）、全スレーブロボットから終了通知が送られて来るまで、ステップS35、S36の処理を繰り返し実行し、最後に送信した補間位置データ及び同期・協調動作開始位置データを送り続ける。すなわちマスタロボットの動作は停止しているが、スレーブロボットに対しては、最後に出力した補間位置データ及び同期又は協調動作開始位置データを送信続けることになる。

【0045】一方、スレーブロボットは、スレーブプログラムから指令行が読み出される限りステップS44からステップS60の処理を実行する。この場合、ステップS51で受信するデータは、マスタロボットから最後に出力した補間位置データ及び同期・協調動作開始位置データであるから、ステップS54の処理で求める変換行列は、同じものとなる。

【0046】以下、スレーブロボットは、マスタロボットの動作が終了した後は、同一の補正（量）がなされて（ステップS55）、スレーブプログラムに基づいて駆動制御されることになる。そして、スレーブプログラムに指令する行がなくなると、ステップS61に移行し、マスタロボットに終了通知を通信線Lを介して送信し、マスタロボットから終了指令が送られて来たかを判断する（ステップS62）。終了指令が送られて来てなければ、後述する「停止確認&処理」を実行し（ステップS63）、停止処理指令が入力されていない場合には、最後の行の、移動開始位置に最後の行のステップS46で求めた移動距離を補間点数で割り、その値に指標iで示される補間点数を乗じて補間位置データを求める（ステップS64）。すなわちこの補間位置データは最終位置であり、最後の行のステップS50の処理によって最後に求め、レジスタに記憶された補間位置データと同一であり、改めて計算して求めなくてもこのレジスタに記憶

する値を読み込むだけでよい。

【0047】そして、ステップS51からステップS58と同一の処理であるステップS65からステップS72の処理を実行するが、ステップS64で求める補間位置データは、最後の行のステップS50で求めた補間位置データと同一であり、かつ、ステップS68で求める変換行列は、マスタロボットから送られてくる同期・協調開始位置データ及び補間位置データに変化がないから、この補正（量）も最後の行の最後に求めた補正

（量）と同一である。その結果、ステップS64で求める補正された補間位置データは最後の行のステップS55で求めた最後の補間位置データと同一である。その結果各軸移動量（インクリメンタル量）は「0」となり、モータへの指令はなく、ロボットは停止した状態となる。以下、マスタロボットから終了指令が送られて来るまで、このステップS61からステップS72の処理を繰り返し実行し、マスタロボットから終了指令が送られて来ると（ステップS62）、レジスタPにプログラム終了を示す情報を設定し（ステップS73）、このスレーブプログラムの処理を終了する。

【0048】一方、マスタロボットのプロセッサは、全てのスレーブロボットからの終了通知を受け取ると（ステップS36）、全てのスレーブロボットに対して終了指令を出力し（ステップS37）、レジスタPにプログラム終了を示す情報を格納する（ステップS38）。スレーブロボットはこの終了指令を受けて上述したように動作を停止し、この同期・協調動作の処理は終了する。

【0049】上記とは逆に、スレーブロボットの方がマスタロボットよりも先にスレーブプログラムの処理を終了した場合は、マスタロボットのプロセッサはステップS22からステップS34の処理を繰り返し実行し、ステップS29でスレーブロボットに対して、同期・協調動作開始位置と補間位置データを送出し続ける。スレーブロボットは、ステップS45からステップS61に移行して、ステップS61からステップS72の処理を繰り返し実行する。この場合、ステップS64で求める補間位置データは、前述したようにスレーブプログラムの最後の行の最後の補間位置データであり最終指令位置である。そして、この補間位置データに対して、マスタロボットから送られて来る同期又は協調動作開始位置データと補間位置データにより、ステップS68で求められる変換行列を用いて補正された補間位置データを求め、さらに、各軸移動量を求めて加減速処理をして各軸モータを駆動する（ステップS69からステップS72）。

【0050】そして、マスタロボットもマスタプログラムの処理が終わり、ステップS23からステップS35に移行し、全てのスレーブロボットから終了通知を受け取ると（ステップS36）、全てのスレーブロボットに対して終了通知を送信し（ステップS37）、レジスタPにプログラム終了を表す情報を格納し（ステップS3

8)、マスタロボットは動作を停止する。又、スレーブロボットもこの終了指令を受けて(ステップS62)、レジスタPにプログラム終了を表す情報を格納し(ステップS72)、動作を停止する。

【0051】次に、図6に示したように各ロボットにノーマルプログラムが格納されていれば、図9のステップS1からステップS15の処理を行うことになる。

【0052】図15は、上述した「停止確認&処理」のフローチャートである。又、図16は、停止指令が発生、入力されたかを監視する監視処理管理タスク処理のフローチャートで、各ロボット制御装置は、この図16で示す監視処理管理タスク処理を所定周期毎実行する。

【0053】まず、この監視処理管理タスク処理から説明する。ロボット制御装置1のプロセッサ10は、ロボット動作の停止要因によって決まる停止処理種類番号を記憶するレジスタを初期化し「0」とする(ステップSB21)。このレジスタは当該ロボット自体の停止処理種類番号を記憶するレジスタ自LVLと、通信路Lで接続された他のロボット用のレジスタ他LVL(少なくとも通信路Lで接続された他のロボット制御装置の数分、この他LVLを備える)を有する。

【0054】次に、自制御装置内で停止処理要求が発生しているかの情報(停止要因)を確認し(ステップSB22)、停止処理要求(停止要因)が発生していれば、不揮発性メモリ13に記憶されている停止要因に対する停止処理種類番号を参照して、発生している停止要因(停止処理要求)に対する停止処理種類番号をレジスタ自LVLに格納する(ステップSB32)。又、通信路Lを介して、該通信路Lに接続されているロボット制御装置から送られてくる停止処理種類番号とそのロボット番号を受信し記憶する。又レジスタ自LVLに記憶する停止処理種類番号を他のロボット制御装置に送信する(ステップSB23)。そして、レジスタPに記憶する現在当該ロボット制御装置で実行しているプログラムがマスタプログラムか、スレーブプログラムかを判断する(ステップSB24)。例えば、図6に示すように最初のノーマルプログラムを実行しているような場合、ステップSB24はNOとなり、ステップSB26に移行し、レジスタ自LVL、及びレジスタ他LVLに「0」以外の値が設定されていないかを判断する。レジスタ自LVLは、ステップSB32で、停止処理種類番号が設定されている場合には、「0」以外の数値が格納されているが、停止処理要求(停止要因)が発生していない場合にはステップSB21で設定された「0」を保持している。又、レジスタ他LVLは、後述するステップSB25、SB33の処理がこのケースの場合行われないことから、「0」の状態である。

【0055】そこで、レジスタ自LVL及びレジスタ他LVLが共に「0」の場合にはステップSB26からステップSB31に移行し停止処理指令データSTOPを

「0」に設定する。なお、この停止処理指令データSTOPを「0」にセットすることは、後述するように、停止処理を行わないことを意味する。一方ステップSB26でレジスタ自LVLに「0」以外の番号が設定されている場合には、レジスタ自LVLと他LVLに記憶する番号で大きい方を停止処理方法として採用する(ステップSB27)。当該ロボット制御装置がノーマルプログラムを実行しているときは、レジスタ他LVLは「0」であるから、レジスタ自LVLに記憶する番号によって停止処理方法が決まる。そして、ステップSB28~SB30でこの停止処理方法が減速停止(停止処理種類番号1)か、コントロール停止(停止処理種類番号2)か、瞬時停止(停止処理種類番号3)か判断し、減速停止なら停止処理指令データSTOPを「1」に、コントロール停止なら「2」に、瞬時停止なら「3」にセットする(ステップSB34、SB35、SB36)。

【0056】すなわち、当該ロボット制御装置がノーマルプログラムを実行している間は、自己のロボット内で発生した停止要因によって決まる停止処理種類番号が停止処理指令データSTOPとして設定される。そして、後述する図15の「停止確認&処理」の処理によって、選択された停止処理が実行されることになる。

【0057】一方、ステップSB24でレジスタPにセットされた情報より、当該ロボット制御装置がマスタプログラム若しくはスレーブプログラムを実行していると判断されたときには、図4に示すように設定されたマスタ、スレーブ定義情報に基づいて、現在同期・協調動作を行っているロボット番号のロボットから停止処理要求(停止処理種類番号)が出されているものか否か判断し(ステップSB25)、現在同期・協調動作を行っているロボット番号からの停止処理要求であれば、その停止処理種類番号をレジスタ他LVLに格納し(ステップSB33)、ステップSB26に移行する。同期・協調動作を行っているロボットの複数から停止処理要求があれば、その停止処理種類番号がそれぞれレジスタ他LVLに格納される。又、同期・協調動作を行っているロボットからの停止処理要求でなければ、ステップSB33の処理は行わずステップSB26に移行する。

【0058】ステップSB26では、前述したようにレジスタ自LVL、他LVLの1つでも「0」でない番号がセットされているか判断し、全て「0」がセットされていればステップSB31に移行し、「0」以外がセットされていると、そのセットされている中で最大の番号の停止処理方法を選択する(ステップSB27)、そしてその番号が1か、2か、3か判断し、1ならば「1」、2ならば「2」、3ならば「3」を停止処理指令データSTOPとする(ステップSB34、SB35、SB36)。

【0059】すなわち、当該ロボット制御装置がマスタプログラムか又はスレーブプログラムを実行していると

きは、このロボットと同期・協調動作しているマスタロボット、スレーブロボットのいずれかにおいて停止処理要求（停止要因）が発生したとき、この同期・協調動作しているマスタロボット、スレーブロボットを同期して同じ停止処理方法で停止させるものである。この場合、同期・協調動作しているロボットにおいて、複数のロボットからそれぞれ停止処理要求（停止要因）が発生し、その停止要因が異なり停止処理種類番号が異なったような場合には、ステップSB27の処理で、停止処理種類番号の大きいものを停止処理方法として採用する。これは、前述したように、停止の緊急度が高いほど停止処理種類番号を大きいものにしていることから、2以上の停止処理要求が発生した場合、その中で1番緊急度のある停止方法を採用するものである。

【0060】一方、図15に示す「停止確認&処理」は、前述したステップS9、ステップS27、ステップS49、ステップS63で行う処理で、ノーマルプログラム、マスタプログラム、スレーブプログラムを実行中、この処理を実行し、停止処理指令が発生しているかを確認し、発生していれば、その停止要因に応じた停止処理を行い、ロボット動作（ロボットアームの移動動作）の停止を行うものである。

【0061】まず、停止処理指令データSTOPを判断する（ステップSB1～SB3）。このデータが「0」であれば、停止処理指令が発生していないことを意味するので、そのままリターンしメインプログラムに戻る。停止処理指令データSTOPが「1」で減速停止であると（ステップSB2）、各軸移動量（インクリメンタル量）を「0」とし、加減速処理を行いその結果をモータへ出力する動作を加減速処理が終了するまで行い、モータを減速停止させる（ステップSB6～SB9）。

【0062】又、停止処理指令データSTOPが「2」でコントロール停止の処理指令であると（ステップSB3）、各軸移動量（インクリメンタル量）を「0」とし、加減速処理を行いその結果をモータへ出力する動作を加減速処理が終了するまで行い、モータを減速停止させる。そして減速停止後サーボ励磁を落としこの処理を終了する（ステップSB10～SB14）。

【0063】停止処理指令データSTOPが「0」でも、「1」でも、「2」でもない場合、すなわち「3」の場合は、瞬時停止処理であり、このときは、モータへの指令量を「0」として指令し（ステップSB4、SB5）、モータを瞬時停止させる。

【0064】以上の通り、同期・協調動作を行っているマスタ、スレーブのロボットにおいて、いずれかのロボットで停止要因が発生すると、その要因に応じた停止処理が選択され、マスタロボットでは、ステップS27で図15の処理を行い停止要因に応じた停止処理を実行しロボットアームの移動を停止する。又、スレーブロボットでは、ステップS49、S63で図15の処理を実行

し、同様に、ロボット動作を停止させる。

【0065】又、ロボットがノーマルプログラムを実行しているときは、ステップS9で図15の処理を実行して発生した停止要因に応じた停止処理方法でロボット動作を停止させる。

【0066】上述した実施形態では、図16のステップSB24、SB25、SB33に示すように、同期・協調動作しているマスタロボット、スレーブロボットのいずれかに停止要因が発生した場合には、同期・協調動作しているマスタロボット、スレーブロボットを停止させている。又ノーマルプログラムを実行しているロボットにおいて停止要因が発生した場合には、このノーマルプログラムを実行しているロボットのみを停止させている。

【0067】しかし、通信路で複数のロボット制御装置を接続した制御システムにおいては、通信路で接続されているロボットの中の1つのロボットにおいて停止要因が発生したとき、同期・協調動作しているマスタロボット、スレーブロボットとは関係なく、通信路で接続されている他のロボットも同一の停止処理方法で停止させた方が好ましい場合がある。この場合の処理としては、図16において、ステップSB24、SB25、SB33の処理をなくし、ステップSB23の処理では、通信路を介して他のロボットから送られてくる停止処理種類番号をそれぞれのロボットに対応したレジスタ他LVLに格納するようにする。そしてステップSB23からステップSB26に移行して、ステップSB26以下の処理を行い、レジスタ自LVL、他LVLの何れにも「0」が記憶されていればステップSB31に移行させ、いずれかに「0」以外の番号が格納されていれば、その格納されている番号の内最大の番号の停止処理方法を選択して、停止処理指令データSTOPにその番号を設定する。これにより、通信路で接続されているロボットにおいて、いずれかのロボットで停止要因が発生したときは、通信路で接続されたロボットは同一の停止処理方法で停止処理がなされ、ロボット動作（ロボットのアームの動作）を停止することになる。

【0068】さらには、通信路で接続されている複数のロボットにおいて、あるロボットで停止要因が発生したとき、このロボットと同一の停止処理方法でロボット動作を停止させる他のロボットを予め設定する方法をとってもよい。すなわち、ロボットのグループを設定し、グループ内の1以上つのロボットで停止要因発生した場合には、グループ内の全てのロボットを同一の停止処理方法によって停止させるものである。この実施形態においては、図4に示すようなマスタ、スレーブの定義を設定記憶する以外に、同様に、同期しかつ停止処理方法を同一とすべきロボットをそのロボット番号でグループ化して記憶させておく。

【0069】そして、図16に示す停止処理管理タスク

では、ステップ S B 2 4 は削除し、ステップ S B 2 3 からステップ S B 2 5 に進み、ステップ S B 2 5 では自己（当該ロボット制御装置）が属するグループ内のロボット番号から停止処理要求が出されているかを判断し、自己のグループ内であるときのみステップ S B 3 3 の処理を行い、レジスタ他 L V L に停止処理種類番号を格納し、ステップ S B 2 6 以下の処理を行うようにする。これにより、グループ内のロボットにおいて停止要因が発生したときは、グループ内の全てのロボットが同一停止処理方法によってロボットの動作を停止させることができる。この方法を採用した場合には、同期・協調動作させるロボットを図 4 に示すようにマスタ、スレーブ定義情報として設定入力したとき自動的にこのマスタ、スレーブロボットを同一グループに設定するようにすればよい。そして、同期・協調動作をしているときのみ、同期して同一停止処理方法でこの同期・協調動作中のロボットのみを停止させるようにするには、図 1 6 の停止処理管理タスクにおけるステップ S B 2 4 の処理が必要になるが、同期・協調動作と関係なく、いずれかのロボットで停止要因が発生したときこのグループ内のロボットを停止する場合には、ステップ S B 2 4 の処理は省略される。

【0070】又、上述した各実施形態では、図 1 6 の停止処理管理タスクにおけるステップ S B 2 3 では、通信線で接続されたロボット間で停止処理種類番号を送受信するようにしたが、この停止処理種類番号に代えて、停止要因を送受信するようにしてもよい。この場合、受信した停止要因から図 8 で示す設定されている停止要因と停止処理種類番号の対応データより停止処理種類番号を求め記憶するようにすればよい。

【0071】又、図 1 8、図 1 9 に示すように、各ロボット制御装置をイーサネット等の通信路で接続されたものに対して、さらに P L C を設け、各ロボット制御装置とこの P L C を通常のパラレル I / O にて接続し、同期・協調動作を行うための位置情報等に関するデータは上記イーサネット等の通信路で行い、停止処理に関するデータはこのパラレル I / O にて送受信してもよい。

【0072】この場合、停止処理情報の送受信の方法は、図 2 0 に示すように、（A）独立入出力ケースと、（B）バイナリデータ入出力ケースの方法がある。

（A）独立入出力ケースの場合は、各停止方法に対してそれぞれ 1 本ずつの入出力信号を割り当てている方式で、例えば、瞬時停止方法でロボットを止めようとしたときに D O 3 を出力し、瞬時停止方法で止めたい場合には場合は、D I 3 を入力することになる。又、（B）バイナリデータ入出力ケースの方法は、各停止方法をバイナリデータで表す方法であり、例えば、3 種類の停止方法がある場合には、2 本の信号を用いることによって実現できる。この場合には、瞬時停止方法でロボットを止め用地としたときは 2 本の D O を両方とも出力し、瞬時停止

方法で止めたい場合には、2 本の D I を両方入力することになる。この図 1 8、図 1 9 で示すシステムでは、P L C はあるロボットからの停止方法出力信号を他のロボットへ停止方法入力信号へ停止指示として入力する必要がある。

【0073】

【発明の効果】本発明は、通信路で接続されている複数のロボットの中で、1 以上のロボットで何らかの原因でその動作を停止させる必要がある場合、他のロボットをも同一の停止処理方法で停止させることによって、ロボット間で同期・協調動作を実行しているときなどに、同期・協調中の相対関係位置が大きくずれることを未然に防ぐことができる。又、減速停止等の停止方法を用いることができるので従来行っていた瞬時停止の発生確率が低下して、ロボット機構部の負担を軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態のロボット制御装置で構成されるロボットの要部ブロック図である。

【図 2】同実施形態を用いて複数ロボットを通信線で接続しシステムを形成した一例である。

【図 3】同実施形態を用いて複数ロボットを通信線で接続しシステムを形成した他の例である。

【図 4】同実施形態における同期・協調動作を行わせるためのマスタ、スレーブ定義情報の設定例を示す図である。

【図 5】同実施形態において、プログラム中に設定するマスタプログラム、スレーブプログラム、ノーマルプログラムの一例を示す図である。

【図 6】同実施形態において、各ロボットにおけるプログラム実行手順の一例を示す図である。

【図 7】同実施形態における停止処理種類番号に対する停止処理の対応を設定記憶した例を示す図である。

【図 8】同実施形態における停止要因に対して停止処理種類番号の対応を設定記憶させた例を示す図である。

【図 9】同実施形態におけるロボットの制御装置のプロセッサが実行する処理フローチャートの一部で、主にロボットが独立して動作するとき（ノーマルプログラムの実行）の処理フローチャートである。

【図 10】同フローチャートの続きで、主にマスタロボットが実行する処理フローチャート（マスタプログラムの実行）である。

【図 11】同フローチャートの続きで、図 10 に示すマスタロボットが実行する処理フローチャート（マスタプログラムの実行）の続きである。

【図 12】同フローチャートの続きで、スレーブロボットが実行する処理フローチャート（スレーブプログラムの実行）である。

【図 13】同フローチャートの続きで、図 12 に示すスレーブロボットが実行する処理フローチャート（スレー

プログラムの実行)の続きである。

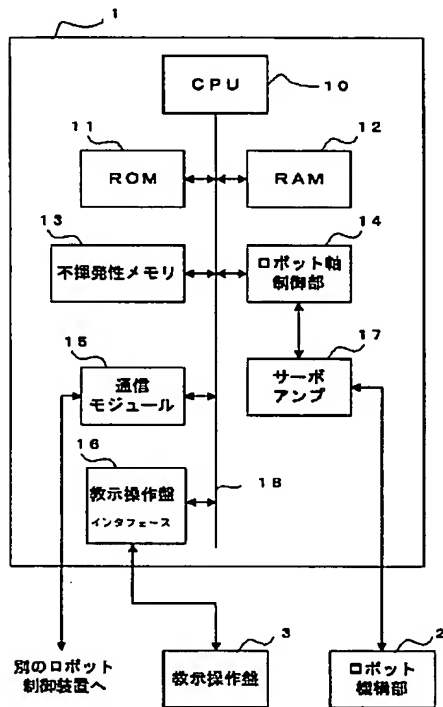
【図14】同フローチャートの続きで、図13に示すスレーブロボットが実行する処理フローチャート(スレーブプログラムの実行)の続きである。

【図15】同フローチャートにおけるサブルーチンの「停止確認&処理」のフローチャートである。

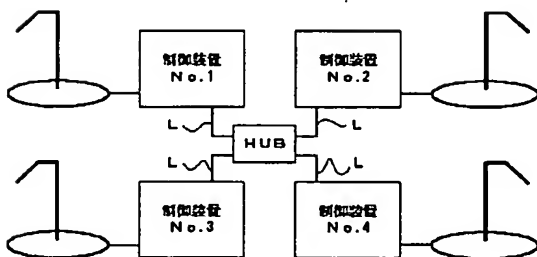
【図16】同実施形態における停止処理管理タスクのフローチャートである。

【図17】マスタロボットの移動量を反映したスレーブロボットの補間位置データの求め方の説明図である。

【図1】



【図3】



【図18】ロボット制御装置に本発明を適用する複数ロボットを接続した別のシステムの例である。

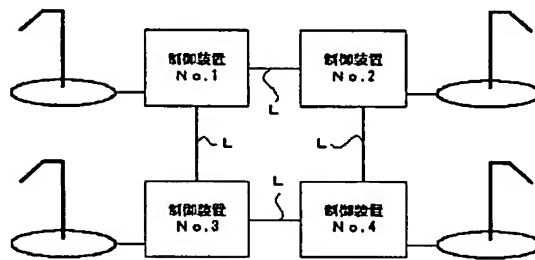
【図19】ロボット制御装置に本発明を適用する複数ロボットを接続したさらに別のシステムの例である。

【図20】図18、図19のシステムにおいて用いる通信方式の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ロボット制御装置
- 2 ロボット機構部
- 10 3 教示操作盤

【図2】



【図4】

	マスタロボット	スレーブロボット
ロボットの定義	No. 1	No. 2, No. 3

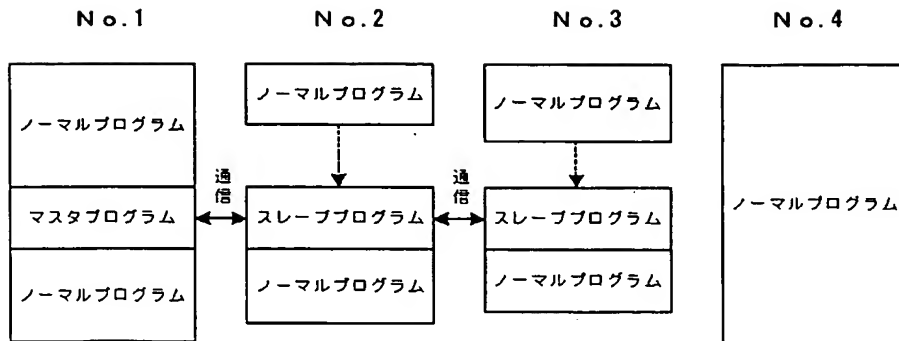
【図5】

プログラム名: ウンパン
同期データ: マスタプログラム
.....
1 93分 49[1] 100cm/sec 499°/s
.....
.....

【図7】

停止処理種類番号	停止処理
1	減速停止
2	コントロール停止
3	瞬間停止

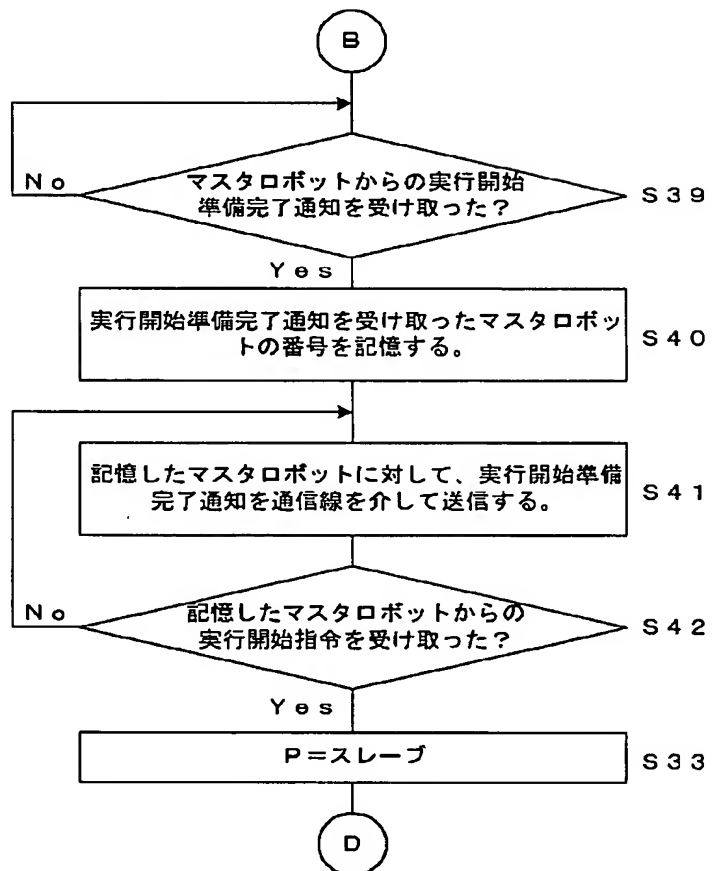
【図 6】



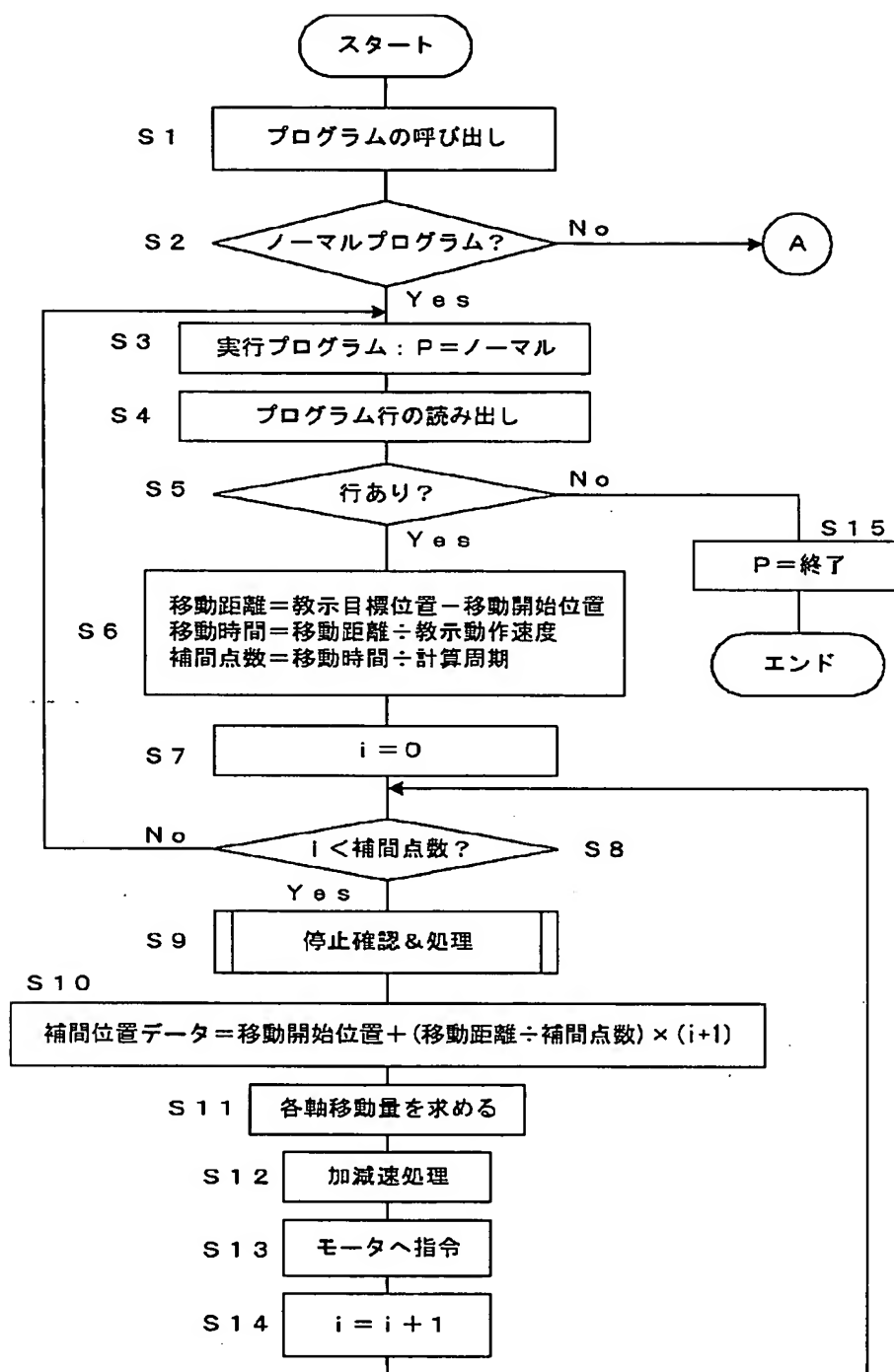
【図 8】

停止要因	停止処理種類番号
ホールド信号入力	1
非常停止入力	3
動作範囲外アラーム	1
オーバヒートアラーム	3
安全柵開	2
...	...

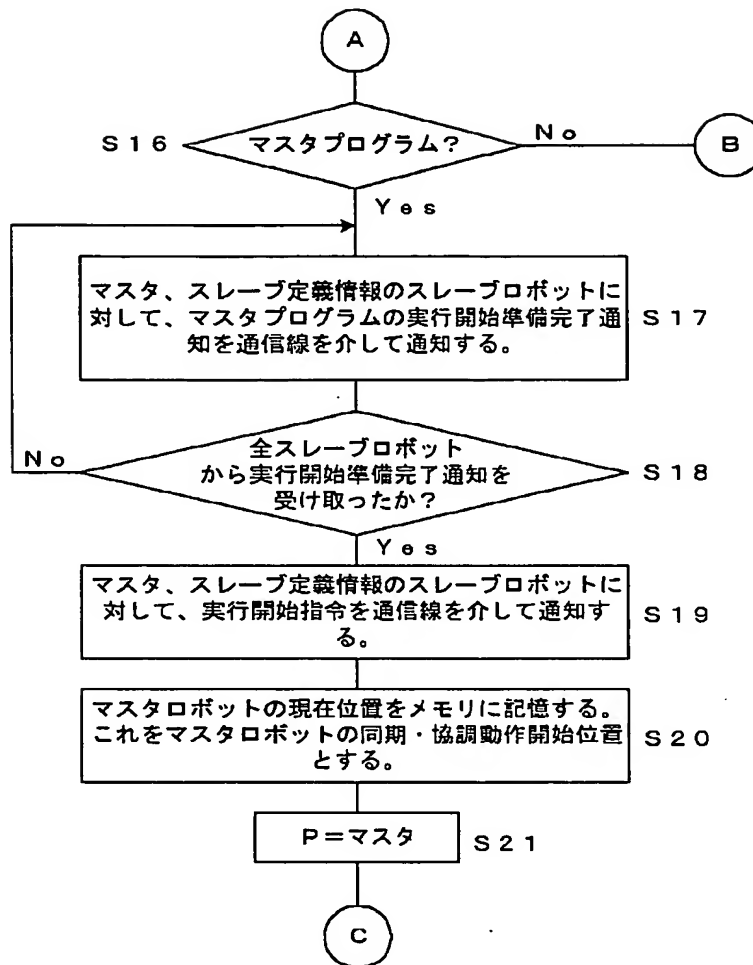
【図 12】



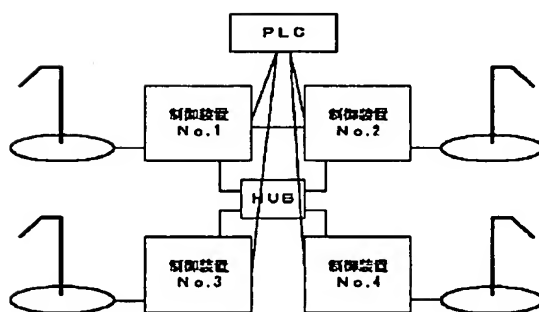
【図9】



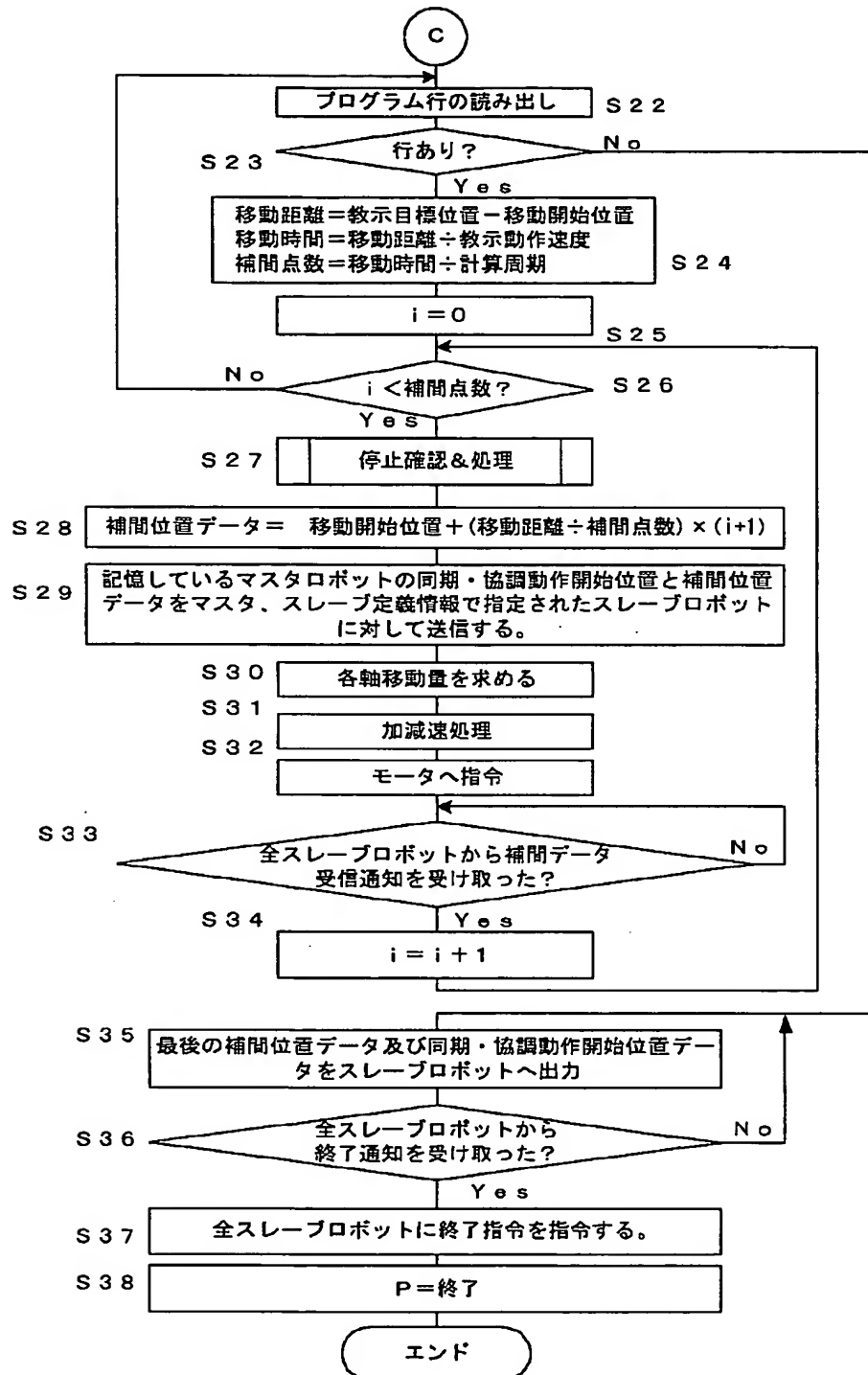
【図10】



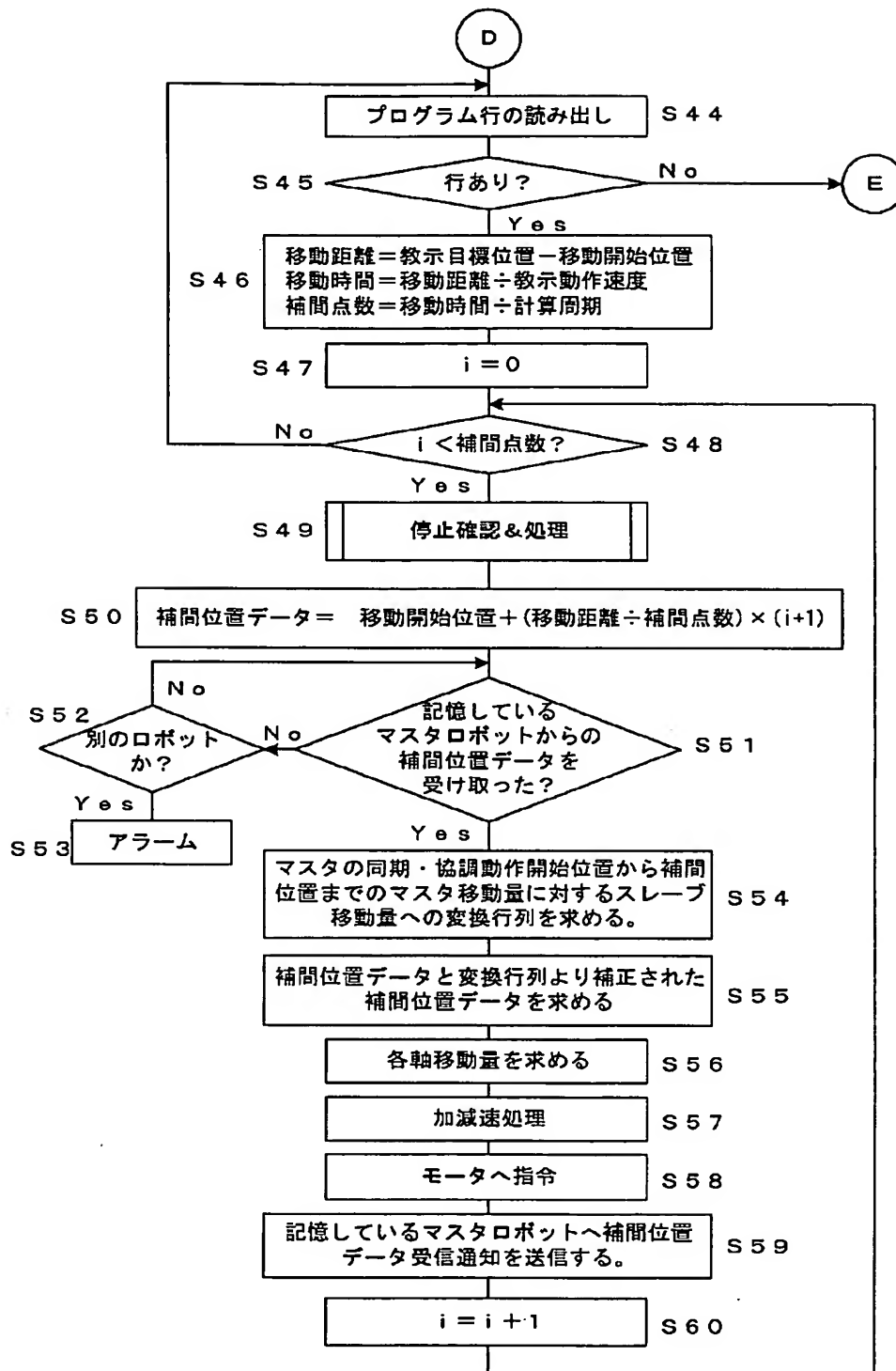
【図19】



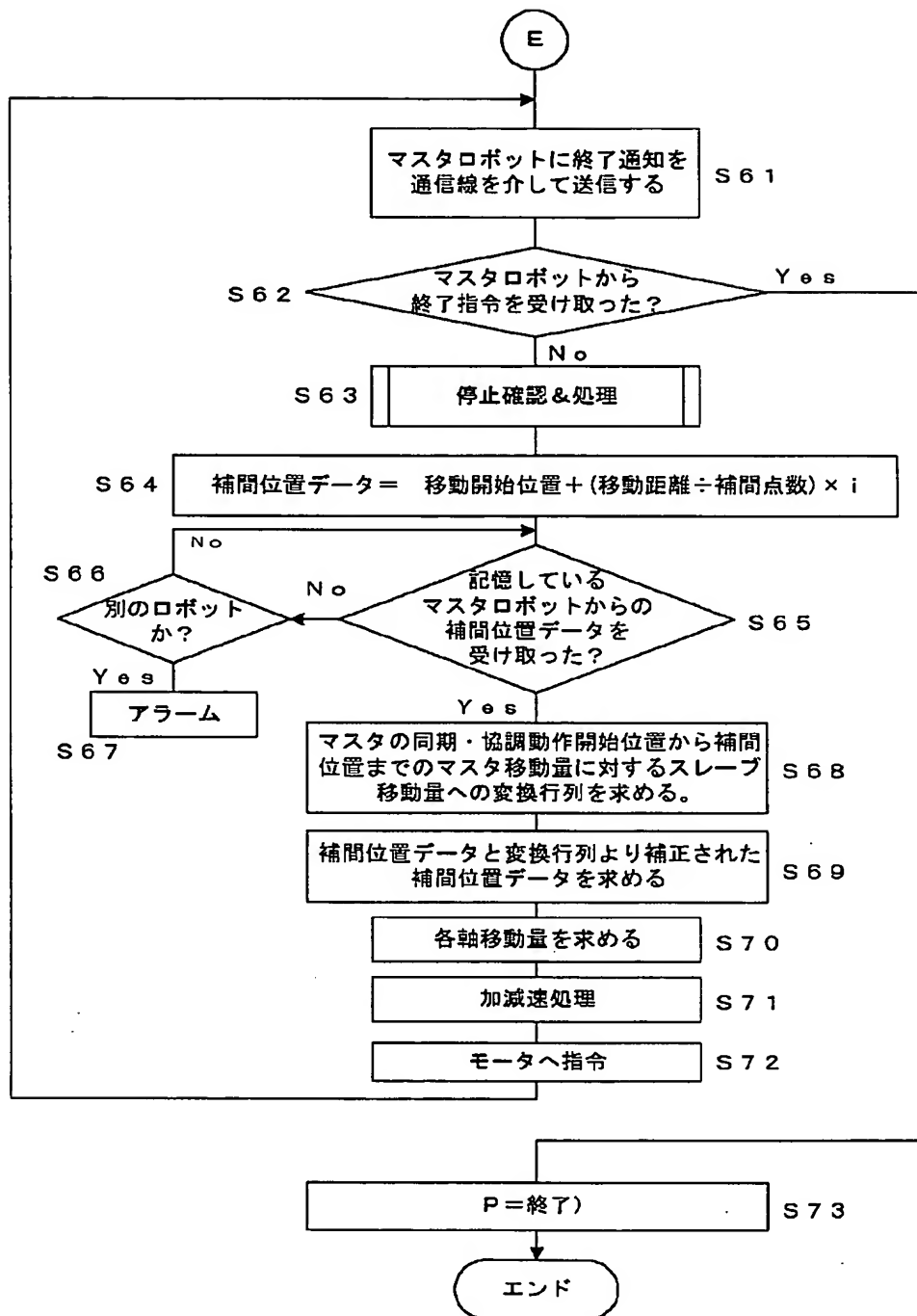
【図11】



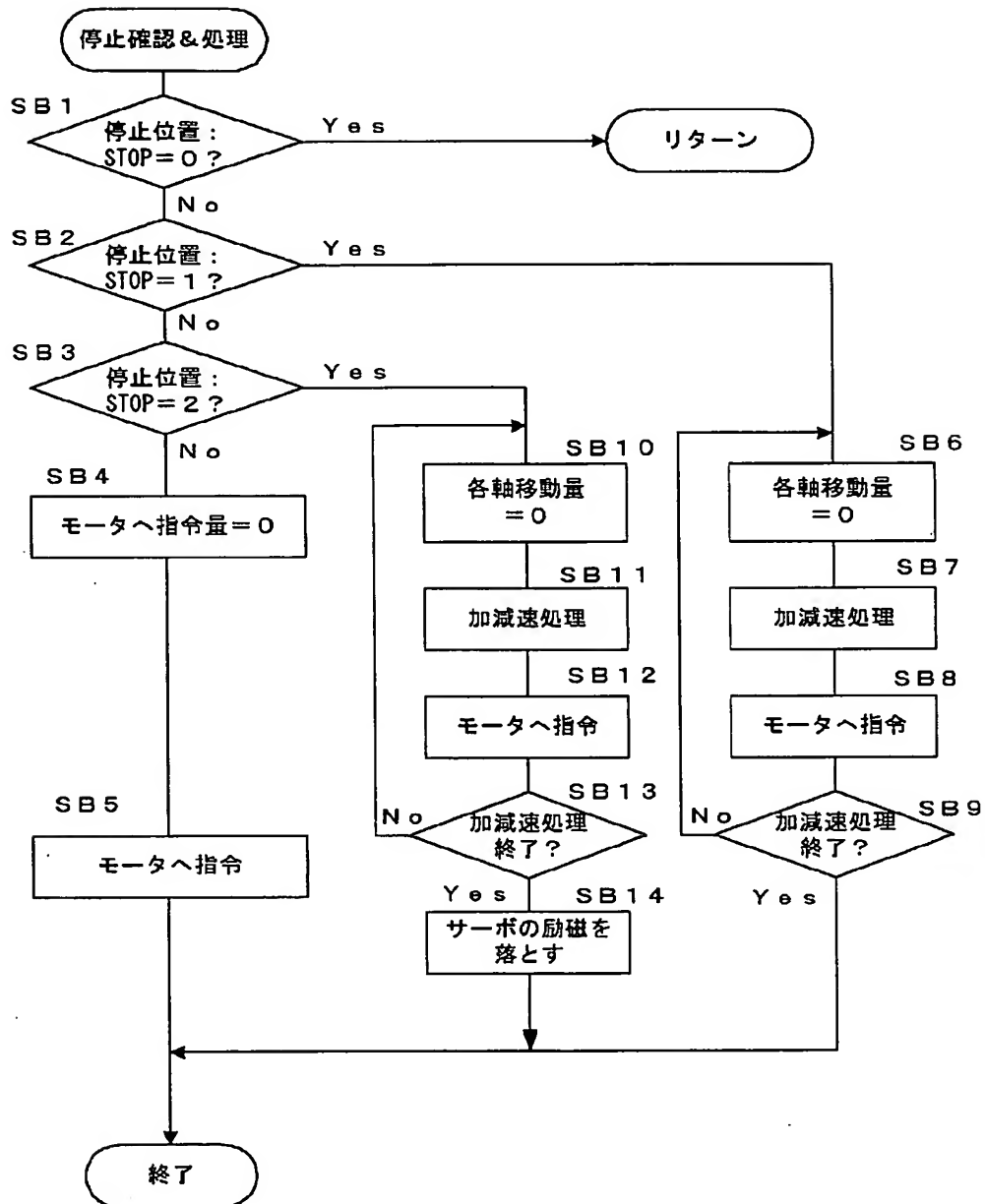
【図13】



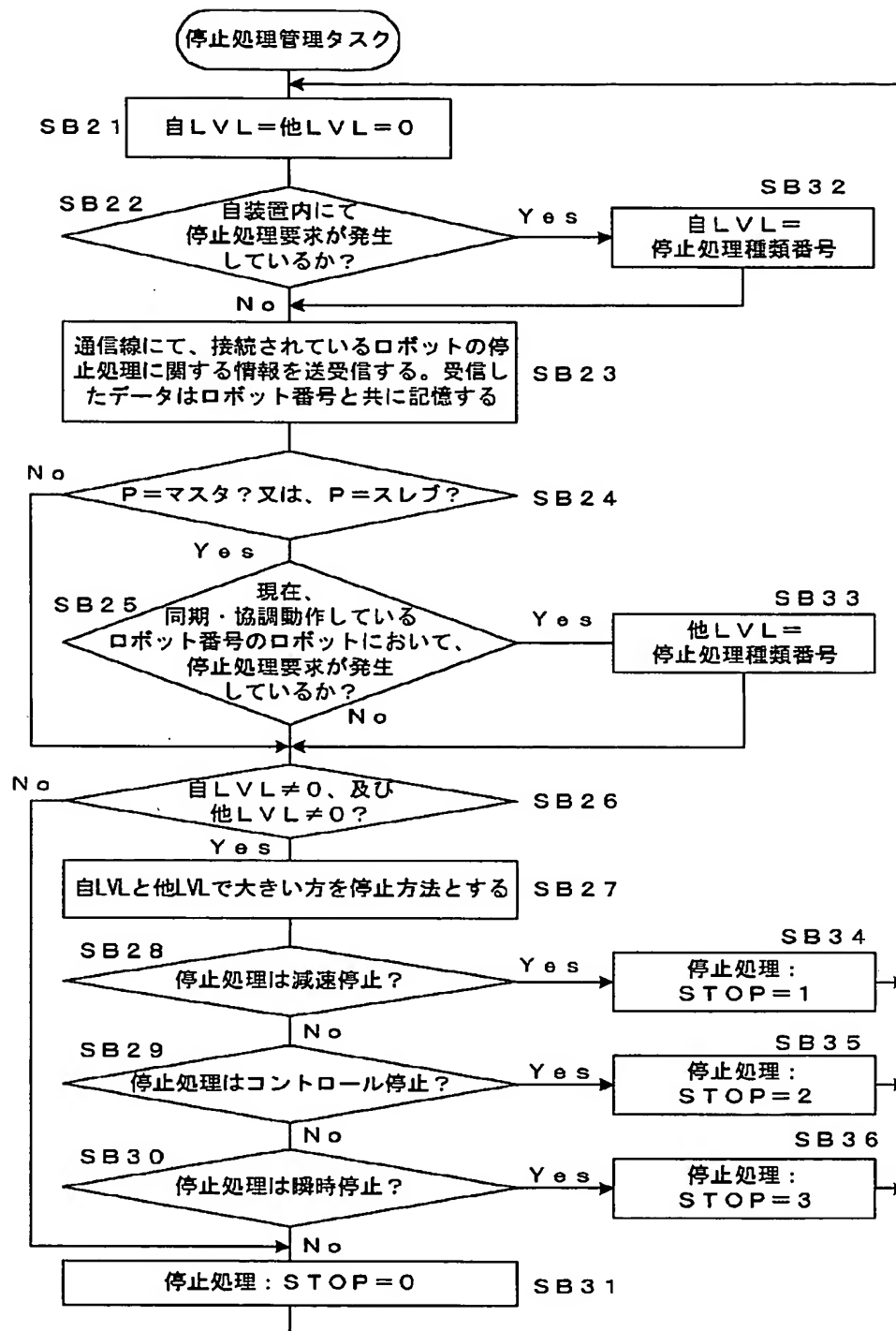
【図14】



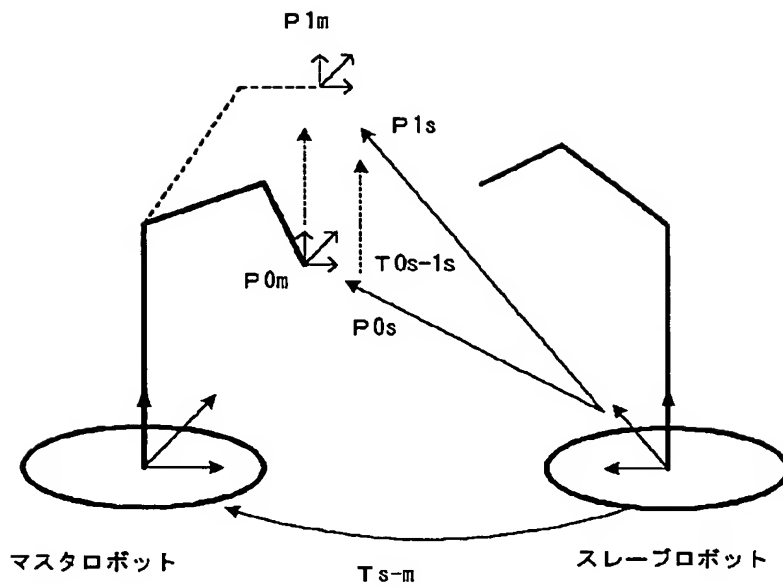
【図15】



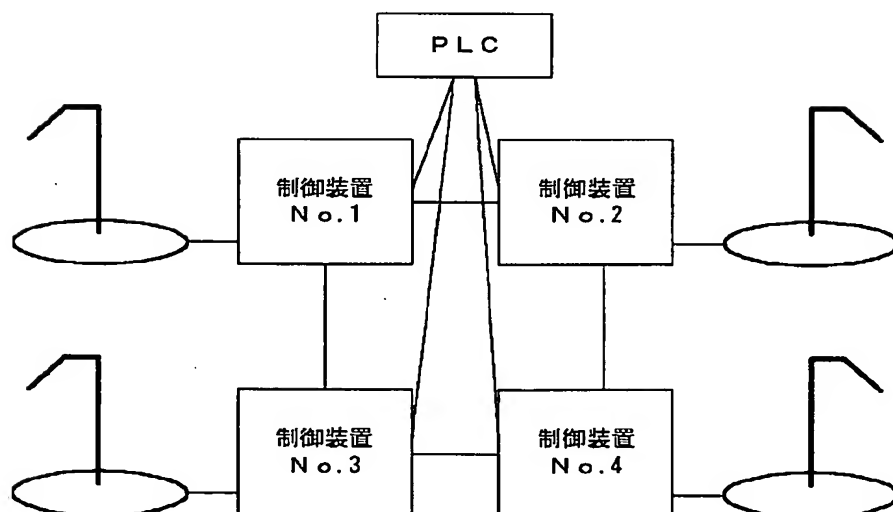
【図16】



【図 17】



【図 18】



【図 2 0】

(A) 独立入力出力のケース

D I / O	停止方法
1	減速停止
2	コントロール停止
3	瞬間停止

(B) バイナリデータ入力出力のケース

値	停止方法
1	減速停止
2	コントロール停止
3	瞬間停止

フロントページの続き

F ターム(参考) 3F059 AA01 AA03 BC07 BC10 CA07
 FA03 FA10 FC01 FC02 FC09
 FC14
 5H209 AA07 BB08 BB09 BB13 CC01
 DD06 GG05 HH04 JJ09
 5H269 AB33 BB11 EE25 KK01 KK03
 NN01